

51

Int. Cl.:

F 16 c, 33/24

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.: 47 b, 33/24

10

11

21

22

43

# Offenlegungsschrift 2 401 804

Aktenzeichen: P 24 01 804.0

Anmeldetag: 15. Januar 1974

Offenlegungstag: 25. Juli 1974

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: 17. Januar 1973

33

Land: V. St. v. Amerika

31

Aktenzeichen: 324548

54

Bezeichnung: Gleitlager

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Garlock Inc., Palmyra, N. Y. (V. St. A.)

Vertreter gem. § 16 PatG: Röse, H., Dipl.-Ing.; Kosel, P., Dipl.-Ing.; Pat.-Anwälte,  
3353 Bad Gandersheim

72

Als Erfinder benannt: Cairns, James, Cherry Hill, N.J. (V.St.A.)

DT 2401804

11.1.1974

2620/4

2401804

Garlock, Inc., Palmyra, New York, U.S.A.

### Gleitlager

Die Erfindung betrifft ein hochbelastbares Gleitlager, mit einem Verbund-Lagerelement aus einem Paar miteinander verbundenen, sich etwa gleich weit erstreckender (koextensiver) Teile.

Metallische Lager zeigen trotz Schmierung oftmals bei weniger idealen Bedingungen ein schlechtes Laufverhalten, besonders wenn sie unter hoher Last, bei niedriger Geschwindigkeit und mit geringen Schmiermittelmengen arbeiten müssen, also

$$\frac{ZN}{P} < 3,5$$

worin Z die absolute Viskosität des Schmiermittels in Centipoise, N die Umdrehungsgeschwindigkeit der Lauffläche in U/min und P die vorgesehene Last pro Oberfläche in  $\text{kg/cm}^2$  ist.

Aus Acetal-Kunstharzen und Polyamiden (z.B. Nylon) geformte Lager sind in großem Umfange und in zahlreichen Ausführungen verwendet worden, und es ist bekannt, daß diese Materialien ein ausgezeichnetes Laufverhalten bei guten Notlaufeigenschaften zeigen. Ihr Einsatzgebiet ist jedoch mit Rücksicht auf ihr Lastaufnahmevermögen und ihre strukturelle bzw. thermische Stabilität beschränkt. Ernstliche Belastungsprobleme ergeben sich daraus, daß solche Kunststoffmaterialien dem kalten Fluß unterliegen und ihre Verankerung im Gehäuse wegen ihrer thermischen Instabilität nachlässt, insbesondere wenn das Lager Büchsenform hat.

Ein gut bekanntes, im Handel erhältliches Material, welches unter der Bezeichnung "DX" von der Firma Garlock, Inc., vertrieben und im Garlock Bulletin Nr. 662 unter der Überschrift

409830/0374

"DX Prelubricated Bearings" beschrieben ist, hat eine deutliche Verbesserung gegenüber den Lagerkonstruktionen nach dem Stand der Technik erbracht. Das Lager-Verbundmaterial, aus dem die DX-Lager gebildet werden, weist eine Stahl-Unterlage oder -Stützschaale auf, auf die eine Pulvermetallschicht aufgesintert ist, welche zur mechanischen Befestigung einer Laufschiicht aus einem Acetal-Copolymeren mit einer Dicke in der Größenordnung von 0,254 mm auf der Stahlunterlage dient. Ein Vergleich des Verhaltens verschiedener Lagermaterialien ist in den nachstehenden Tabellen I und II gegeben.

Tabelle I

Material	erzielter Höchstwert des Produktes Druck.Geschwindigkeit (kg.cm <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	Laufdauer bei Maximum Druck.Volumen bis zum Fressen (Std)
80/10/10 Bleibronze	428 600	7
74/22/4 Bleibronze	642 900	0,5
80/1/10 Bleibronze (mit Vertiefungen versehen und graphitisiert)	857 200	1
8 % Graphit in Zinnbronze	642 900	3
Ölimprägnierte poröse Bronze	642 900	1
DX-Lager	1 071 500	336 <sup>+</sup>

Die Büchsen liefen jeweils 24 Stunden je Erhöhung des Produktes von Druck und Geschwindigkeit von 214300 kg.cm<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, bis bei einem Probestück mit 15,87 mm Bohrung und 19,05 mm Länge Fressen eintrat.

Die Last wurde von 28,12kg/cm<sup>2</sup> auf 140,61 kg/cm<sup>2</sup> erhöht, oder solange, bis bei einer Wellengeschwindigkeit von 1500 U/min bei Ölschmierung Fressen eintrat.

<sup>+</sup>Versuch abgebrochen - 25,4 µ Verschleiß

409830/0374

Tabelle II

Material	Lebensdauer (Stunden)
74/22/4 Bleibronze	552
Ölimprägnierte poröse Bronze	506
DX Acetal-Copolymeres über eine aufgesinterte Pulver- metallschicht an Stahl gebunden; glatte Bohrung	1500
mit Vertiefungen versehene Bohrung	4500

Die vorstehend wiedergegebenen Untersuchungen wurden bei einem Wert des Produktes Druck.Geschwindigkeit von  $42800 \text{ kg.cm}^{-1}.\text{min}^{-1}$  ( $10,55 \text{ kg/cm}^2$  Druck .  $40,54 \text{ m/min}$  Geschwindigkeit) an einem Probestück mit  $15,87 \text{ mm}$  Bohrung und  $19,05 \text{ mm}$  Länge durchgeführt.

Wie aus den vorstehenden Tabellen I und II ersichtlich ist, lässt sich ein verbessertes Laufverhalten erzielen durch Verwendung von Lagern, die Laufsichten aus Acetal-Copolymeren aufweisen, welche über eine aufgesinterte Pulvermetallschicht mit Stahl verbunden sind. Derartige Lager sind nun aber wieder wegen der Notwendigkeit, mit Rücksicht auf die unvermeidlich schlechte Haftung der Acetalschicht eine Pulvermetall-Zwischenschicht vorzusehen, insofern in ihrem Einsatz beschränkt, als die Lastaufnahmefähigkeit der Verbundkonstruktion erheblich vermindert ist. Ferner wird die Acetalharz-Laufsicht in saurer Umgebung abgebaut, die oftmals bei Umlauf-Schmier-systemen auftreten können, an die das Lager angeschlossen sein kann. Auch der kalte Fluß des Lager-Verbundwerkstoffes einschließlich der Acetalharz-Laufsicht wird bei erhöhten Temperaturen ein Problem, die oft bei Verhältnissen auftreten, in denen synthetische Schmiermittel verwendet werden.

Die US-Patentschrift 2 205 325 - LeBrasse et al - bringt einen Vorschlag, Nylon und einen als Schmiermittel wirkenden Füll-

409830/0374

stoff über eine aufgesinterte poröse Schicht auf eine starre Unterlage aufzubringen. Die dort beschriebenen Lager sind für einen Einsatz unter mäßigen Lasten und mäßigen Temperaturen in praktisch trockenem (nicht geschmiertem Zustand) gedacht. Auch bei diesen Lagern dient eine aufgesinterte poröse Schicht zur Befestigung der Kunststoff-Laufschicht auf die Unterlage bzw. das stützende Substrat, so daß sich das gleiche Problem wie bei den oben genannten DX-Lagern ergibt, und es hat sich gezeigt, daß diese Lagerkonstruktion teuer und schwierig herzustellen ist, besonders bei Verwendung von gefüllten Polymeren-Materialien.

Die US-Patentschrift 3 629 103 - Korshak et al - beschreibt einen Lagerwerkstoff, der ein Polyimid-Harz, gepulverte feste Schmiermittel als Füllstoffe und ein Polyacrylat oder ein aromatisches Polyamid enthält. Die letztgenannten Stoffe sollen über einen weiten Temperaturbereich einen stabilisierenden Effekt auf den Reibungskoeffizienten ausüben. Der mit festem Schmiermittel gefüllte Lagerwerkstoff ist insbesondere für selbstschmierende Lager bestimmt.

Die US-Patentschrift 3 647 500 - Mizuno - beschreibt ein ölfreies Gleitlager mit einer metallischen Unterlage und einer porösen Laufschicht aus Polycarbonat-, Polysulfon- oder Polyphenylenoxid-Harz. Die Laufschicht wird unmittelbar auf die Metalloberfläche aufgesintert, und ihre Poren enthalten zusätzlich eine Mineralwachs-Imprägnierung. Auch mit diesem Vorschlag soll versucht werden, modifizierte Verbundwerkstoffe für selbstschmierende Lager zu erreichen.

Die Produktion allgemein rohrförmiger Lagerelemente mit einer inneren Auskleidung, die aus verflochtenen Garnsträngen gebildet ist und an eine starre konzentrische Stützschaale gebunden ist, wird in der US-Patentschrift 3 792 375 beschrieben. Die textile Auskleidung, die die Laufschicht darstellt, kann aus einer Mehrzahl von Polyfluorkohlenstoff-Filamenten be-

2401804

stehen, welche mit Filamenten eines bindungsfähigen Fasermaterials verzwirrt sind, z.B. Baumwolle, Reyon, Polyester oder einer der verschiedenen Nylon-Arten. Die Stützschaale für die Auskleidung weist nach den Ausführungen der Patentschrift ein ausgehärtetes Duroplast-Harz auf, in das eine Mehrzahl von Schichten aus Verstärkungsfasern eingebettet sind, welche unter Verflechtung gewickelt und zwar wenigstens zum Teil schraubenförmig gewickelt sind. Derartige Lager-elemente sind auch in der belgischen Patentschrift 760 308 beschrieben.

Wie für den Fachmann ersichtlich ist, laufen die früheren Versuche darauf hinaus, mit festem Schmiermittel gefüllte oder modifizierte Polymere zu verwenden, um selbstschmierende Eigenschaften zu erzielen. Selbstschmierende Lager des in den vorgenannten Patentschriften beschriebenen Typs haben gleichwohl nur eine begrenzte Lebensdauer, die auf den fortschreitenden Verschleiß der Laufschiicht zurückzuführen ist und oftmals weiter durch auf diese Verschleißerscheinungen zurückzuführendes, zu großes Spiel beeinträchtigt wird.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung eines Verbund-Lager-elementes, das durch direkte Aufbringung eines dünnen Filmes als Laufschiicht auf eine starre Unterlage oder Stützschaale eine Lauffläche mit hoher Lasttragfähigkeit und Rückfederung über einen weiten Temperaturbereich ergibt, bei der konventionelle Schmiermittel in normaler Weise zur Anwendung gelangen. Es hat sich nämlich überraschenderweise gezeigt, daß sich verbesserte Lagereigenschaften erzielen lassen, wenn gewisse spezifische Typen ungefüllter Polymerer in Kombination mit herkömmlichen Schmierölen oder -fetten verwendet werden, vorausgesetzt, daß die Lauffläche die Form eines relativ dünnen Films hat, was einen kalten Fluß des Materials einzuschränken hilft, zu einer Erhöhung der Lasttragfähigkeit führt und einen maximalen Wärmeübergang während des Betriebes erbringt.

409830/0374

BEST AVAILABLE COPY

Verbund-Lager gemäß der Erfindung zeichnen sich in Verbindung mit herkömmlichen Schmierölen oder -fetten durch Lagerstandzeiten aus, die bei weiten über denen bekannter selbstschmierender Materialien liegen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine rückfedernde Laufschrift, die eine hohe Zugfestigkeit aufweist, eines der Teile des Lagerelementes bildet, eine Dicke von weniger als 1,524 mm hat und im wesentlichen aus wenigstens einem ungefüllten, von festem Schmiermittel freien Kunststoff aus der Reihe der Polyarylensulfide, Epoxyharze, Polyamidharze, Polyesterharze, Phenoxyharze, Polyimidharze, Polyamid-imid-Harze, Polypropylenharze oder/und Polysulfonharze besteht und auf einer Seite mit einem starren Substrat oder Träger verbunden ist, der das andere der beiden Teile bildet. Die Lauffläche des Verbund-Lagerelementes nach der Erfindung ist mit einer ihrer Oberseiten an einem festen Substrat gebunden und von diesem abgestützt, welches das zweite der beiden praktisch koextensiven Teile bildet, welche in gegenseitiger Bindung angeordnet sind. Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das Verbund-Lagerelement Mittel auf, einschließlich der Oberfläche der Laufschrift, mit deren Hilfe Schmierfett oder -öl gespeichert und in die belastete Zone der Laufschrift geleitet werden kann, wenn sich das Lagerelement in Betrieb befindet.

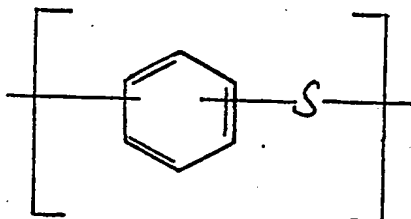
Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und den Unteransprüchen.

Die Laufschrift des erfindungsgemäßen Verbundlagers ist wegen der geringen Dicke und der Haftung an dem starren Stützglied strukturell und thermisch stabil, auch wenn hohe Lasten über einen weiten Temperaturbereich zu tragen sind. Bei sparsamer Schmierung ergeben sich Lagereigenschaften, die denen von metallischen Lagern überlegen sind, jedoch ohne die hohe Verschleißgeschwindigkeit von selbstschmierenden Materialien,

wie gefülltem Nylon, Acetalharz, Polytetrafluoräthylen und anderen in der Literatur beschriebenen Kunststoffen. Zudem vereinfacht die Verwendung von einem oder mehreren der oben genannten ungefüllten Polymere die Herstellung und vermindert dadurch die Gesteungskosten der Lager. Es wird nicht erwartet, daß die erfindungsgemäßen Lager selbstschmierend sind, und sie werden hier als "ungefüllte, von festen Schmierstoffen freie" Lager in dem Sinne spezifiziert, daß das angegebene Material, aus dem die Laufschrift besteht, keinen als festen Schmierstoff wirkenden Füller enthält, wie beispielsweise faseriges oder feinteiliges Polytetrafluoräthylen, Graphit, Molybdändisulfid oder ein anderes festes Schmiermittel des in der Technik bekannten Typs.

Die zur praktischen Ausführung der Erfindung geeigneten Polypropylenharze sind wohlbekannte, im Handel erhältliche thermoplastische Polymere. Im allgemeinen werden die stereoregelmäßigen oder isostatischen Polypropylen-Polymere eingesetzt.

Als Polyarylsulfid-Polymere kommen erfindungsgemäß diejenigen besonders in Betracht, die durch Umsetzung wenigstens einer polyhalogen substituierten monocyclischen aromatischen Verbindung mit einem Arylenmetallsulfid erhalten werden. Derartige Polymere sind dem Fachmann bekannt und werden beispielsweise in den US-Patentschriften 3 354 149 - Edmonds et al -, 3 285 850 -Graham - und 3 592 783 - Edmonds - beschrieben. Als Polyaryl-sulfid wird im allgemeinen Polyphenylensulfid bevorzugt, ein kristallines aromatisches Polymeres mit einer symmetrischen starren Grundkette, die aus parasubstituierten Benzolringen und Schwefelatomen besteht und durch die wiederkehrende Struktureinheit



charakterisiert ist.

409830/0374

BEST AVAILABLE COPY



Eine gute Adhäsion des Polyphenylensulfides an Stahlunterlagen lässt sich erzielen, indem man die Entfettung mit einer anschließenden Behandlung bei etwa 370°C an der Luft verbindet. Andere Techniken der Aufbringung von Polyphenylensulfid-Beschichtungen auf metallischen Grundflächen werden von Hill und Workman in ihrem Artikel "Polyphenylene Sulfide" beschrieben, der in der Auflage 1970/1971 der "Modern Plastics Encyclopedia" S.208, 213 erschienen ist.

Auch die erfindungsgemäß anwendbaren Epoxyharze sind gut bekannte, auf dem Markt verfügbare Materialien und umfassen gewöhnlich die Reaktionsprodukte eines Epihalogenhydrins, wie Epichlorhydrin und eines Phenoles mit wenigstens zwei phenolischen Hydroxygruppen, z.B. bis-4(Hydroxyphenyl)-2,2 propan(Bisphenol-A). Beispiele solcher Harze sind in den US-Patentschriften 2 324 483 und 2 444 333 - Castan -, den britischen Patentschriften 518 017 und 579 698 sowie den US-Patentschriften 2 494 295 und 2 511 913 - Greenlee - bzw. 2 500 600 - Bradley - aufgeführt. Außerdem können auch Phenol-Novolak-Epoxyharze, mit ortho-Kresol modifizierte Epoxyharze und Epoxyharze aus cycloaliphatischen Polyhydroxyverbindungen benutzt werden.

Zu den erfindungsgemäß anwendbaren Polyamiden gehören Nylon 6 (hergestellt durch Selbstkondensation von  $\epsilon$ -Caprolactam) und Nylon 66 (Kondensationsprodukt von Hexamethyldiamin und Adipinsäure) ebenso wie die linearen Polymeren, die durch Grenzflächenpolykondensation von einem Chlorid einer zweibasigen Säure, wie Terephthalsäurechlorid, mit einem Diamin, wie o,m,p-Phenylendiamin, Benzidin oder 4,4'-Diaminodiphenylmethan erzeugt werden.

Ein besonders bevorzugtes aromatisches Polyamid ist Poly(m-phenylen-isophthalamid), das von der Firma Du Pont Company unter dem Handelsnamen Nomex erzeugt und vertrieben wird,

und sich durch eine Bruchfestigkeit bei 250°C entsprechend 60 % des Wertes bei Raumtemperatur auszeichnet. Andere erfindungsgemäß geeignete Polyamide sind ebenso wie Verfahren zur ihrer Herstellung in Lee, Stoffey und Neville, "New Linear Polymers" McGraw Hill Book Company, 1967, beschrieben. Der Inhalt dieser Literaturstelle wird hiermit ausdrücklich als Teil der Offenbarung vorliegender Erfindung aufgenommen.

Zu den Polyestern, die sich für die praktische Durchführung der Erfindung eignen, gehören die aromatischen Hochtemperatur-Polyester, z.B. das Produkt "Ekonol" der Carborundum Company, dessen Struktur durch eine Kette wiederkehrender p-Oxybenzoyl-Einheiten charakterisiert ist. Eingesetzt werden können auch thermoplastische Polyester, wie sie unter den Handelsnamen "Celanex" (Celanese Plastics), "Tenite" (Eastman Chemical) und "Valox" (General Electric) im Handel erhältlich sind.

Die erfindungsgemäß geeigneten Phenoxyharze sind ebenfalls bekannte Materialien und werden gewöhnlich hergestellt, indem ein zweiwertiges Phenol mit einem Epihalogenhydrin, z.B. Epichlorhydrin, in Gegenwart einer Base umgesetzt wird. Allgemein gesprochen, wird ein zweiwertiges Phenol, wie Bisphenol A mit Epichlorhydrin in äquimolarem Verhältnis in Gegenwart eines den abgespaltenen Chlorwasserstoff abfangenden Mittels wie Natriumhydroxid umgesetzt. Auf Wunsch kann auch eine Mischung von zwei oder mehr zweiwertigen Phenolen verwendet werden. Beispiele von Phenoxyharzen, die sich erfindungsgemäß benutzen lassen, sind die Produkte "PRDA-8100", "PRDA-8060" und "PRDA-8160" der Firma Union Carbide Plastics Company. Andere für die Erfindung geeignete Phenoxyharze sowie Verfahren zu deren Herstellung sind in der oben zitierten Veröffentlichung von Lee, Stoffey und Neville "New Linear Polymers" beschrieben.

Zur Herstellung der erfindungsgemäßen Lager eignen sich ferner aromatische Polyimide, wie sie durch Umsetzung eines Dianhydrides, z.B. Pyromellitsäuredianhydrid, mit einem

409830/0374

BEST AVAILABLE COPY

aromatischen Diamin, z.B. einem m- oder p-Phenylendiamin erhalten werden. Ein spezielles Beispiel eines brauchbaren Polyimides ist ein hochpolymeres Produkt aus der Umsetzung von 4,4'-Diaminodiphenylmethan mit Pyromellitsäuredianhydrid. Weitere Beispiele typischer Diamine und Dianhydride, die zur Herstellung von Polyimiden zum erfindungsgemäßen Einsatz brauchbar sind, werden ebenfalls in der oben zitierten Veröffentlichung von Lee, Stoffey und Neville "New Linear Polymers" beschrieben.

Zu den aromatischen Polyamid-Imiden, die für die Praxis der Erfindung von Interesse sind, gehören die Kondensationsprodukte eines aliphatischen oder aromatischen Diamins mit einer drei- oder vierwertigen aromatischen oder aliphatischen Säure. Geeignete Polyamid-Imide können hergestellt werden aus Methylen-dianilin und Trimellitsäureanhydrid, sowie aus N,N'-bis(3-Aminophenyl)isophthalamid und Pyromellitsäuredianhydrid. Ein brauchbares Polyamid-Imid ist speziell das von der Firma Amoco Chemicals Corp. unter dem Handelsnamen "Torolon" vertriebene Produkt. Andere erfindungsgemäß geeignete Polyamid-Imid-Harze sind in der Veröffentlichung von Lee, Stoffey und Neville sowie in Modern Plastics Encyclopedia Vol. 49, Nr.10A, Oktober 1972, S. 120, 155, erwähnt.

Zu den erfindungsgemäß brauchbaren aromatischen Polysulfonen gehören die linearen, hochmolekularen Polyarylsulfone, wie sie beispielsweise durch Umsetzung des Dinatriumsalzes eines aromatischen Dithiols mit einem Dihalogendiphenylsulfon erzeugt werden können. Spezielle Beispiele von Ausgangsmaterialien und Verfahren zur Herstellung aromatischer Polysulfone sind in der bereits erwähnten Veröffentlichung "New Linear Polymers" beschrieben. Ein für die Zwecke der Erfindung bevorzugt geeignetes Polysulfon wird erhalten, indem das Dinatriumsalz von Bisphenol A mit p,p'-Dichlordiphenylsulfon in Dimethylsulfoxid und Chlorbenzol umgesetzt wird. Ein Beispiel eines

erfindungsgemäß brauchbaren Polysulfons ist das Handelsprodukt "Astrel" 360 Plastic der 3M Company.

Die Erfindung ist im nachstehenden anhand der Zeichnung in bevorzugten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Fig. 1 ist eine isometrische Darstellung einer Lagerbüchse nach einer Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 2 ist eine isometrische Darstellung eines hochbelastbaren Verbund-Lagerelementes nach einer anderen Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 3 ist ein senkrechter Schnitt durch einen Teil eines hochbelastbaren Verbund-Lagerelementes nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 4 ist eine isometrische Darstellung einer zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Verbund-Lagerelementes geeigneten Laufbüchse.

Fig. 5 ist ein Querschnitt durch ein Lager gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung.

Das in Fig. 1 gezeigte hochbelastbare Verbund-Lagerelement in Form einer Lagerbüchse 10 wird erfindungsgemäß erstellt aus einem Paar im wesentlichen koextensiver, allgemein zylindrischer Teile 12, 14, die praktisch konzentrisch angeordnet und miteinander verbunden sind. Das Lagerelement 10 weist einen Schlitz 16 auf, so daß es durch Umbiegen eines Streifens des Lager-Verbundwerkstoffes erzeugt werden kann. Der innere Teil 14 stellt eine hochwertige, nachgiebige Laufschicht in Film- oder Faserform mit einer Dicke von weniger als 1,524 mm und vorzugsweise im Bereich von etwa 0,127 mm bis etwa 0,762 mm dar. Das Teil 14 ist aus wenigstens einem der oben erwähnten Kunststoffe gebildet. Wie in Fig. 1 gezeigt,

409830/0374

ist das Teil 14 auf seiner konvexen Fläche mit einem starren, als Stütze wirkenden nicht porösen Teil 12 verbunden, das die Außenbüchse des Lagerelementes 10 bildet. Das Teil 12 kann aus einem Metall wie Eisen, Stahl, Kupfer, Aluminium, Messing, Bronze, Nickel oder Titan bestehen. Andere geeignete Stützglieder einschließlich Wicklungen aus Glasfaserfilamenten stehen dem Fachmann ohne weiteres zur Verfügung.

Das in Fig. 2 gezeigte hochbelastbare Verbund-Lagerelement 18 hat die Form einer flachen Platte und besteht aus einem Paar im wesentlichen koextensiver Teile 20, 22, die miteinander verbunden sind. Das die Laufschrift bildende Teil 20 ist aus einem Film oder aus Fasern eines der oben erwähnten Kunststoffe gebildet und hat eine Dicke von weniger als 1,524 mm. Die Innenseite des Teils 20 ist mit dem starren, nicht porösen, als Stütze dienenden Teil 22 verbunden; beide Teile 20 und 22 ergeben zusammen das erfindungsgemäße Lagerelement. Das Teil 22 ist aus irgendeinem der geeigneten Materialien, wie sie oben erwähnt sind, hergestellt.

Die Metallunterlagen des in den Ausführungsbeispielen der Fig. 1 und 2 veranschaulichten Typs führen den Fachmann selbst darauf, die Verbund-Lagerelemente nach der Erfindung auf Flachpressen herzustellen. Außerdem sind die Teile 12, 22 auch für die Produktion von Ringen des Verbund-Lagerelementes brauchbar, aus denen sich die erfindungsgemäßen Lager wirtschaftlich herstellen lassen. Vorzugsweise sind die als Unterlagen bzw. Stützen dienenden Teile 12, 22, mit denen die Teile 14 bzw. 20, also die Kunststofflaufschriften, verbunden sind, in einer Dicke von 3,175 mm oder weniger ausgebildet.

Im allgemeinen kann die Adhäsion oder Bindung der Laufschrift (Teil 14 in Fig. 1 und Teil 20 in Fig. 2) an der starren, duktilen Unterlage (Teil 12 in Fig. 1 und Teil 22 in Fig. 2)

nach irgendeiner der Verbindungsmethoden erreicht werden, die dem Fachmann bekannt sind. Eine gute Adhäsion der verschiedenen, oben erwähnten Kunststoffe an Metall-Stützflächen lässt sich durch eine einfache Entfettungsbehandlung mit anschließender Wärmebehandlung erzielen. Vorzugsweise kann das metallische Substrat aufgeraut werden, um die Ausbildung einer bruchfesten Bindung mit der aufzubringenden Laufschrift sicherzustellen. Das Aufrauen der Oberfläche kann in jeder beliebigen Weise durchgeführt werden, d.h. mechanisch (z.B. durch Sandstrahlen oder Aufkratzen der Oberfläche) oder chemisch (z.B. durch Ätzen mit Säure oder Base). Der Fachmann wird geeignete Verfahren zum oberflächlichen Aufrauen der Unterlage oder des Substrates leicht auffinden können. Es versteht sich, daß nach etwaigen Aufrauen zur Vorbereitung der Substratoberfläche ein anschließendes Reinigen der Oberfläche erforderlich sein kann, um alle Materialteilchen zu entfernen, die sich während des Aufrauens gebildet haben.

Die Bindung der dünnen Laufschriften (Teile 14 bzw. 20) an die starren Unterlagen (Teile 12 bzw. 22) kann auch mit Hilfe jedes geeigneten Klebstoffes erreicht werden, der durch die Lager-Betriebstemperaturen nicht beeinträchtigt wird und die Fähigkeit hat, eine gute, hochfeste Verbindung zwischen der Unterlage und der im Einzelfall benutzten Kunststofflaufschrift zu gewährleisten. Im allgemeinen kann jeder Epoxy-, modifizierter Epoxy-, Polyimid-, Phenolharz-, Polysulfon- oder Polyester-Kleber mit Vorteil verwendet werden. Beispiele geeigneter Kleber sind u.a. "Epoxylite 5403" und "Epoxylite 6203" der Epoxylite Corporation, "Leal C" der Leal Company, "ERL 256" sowie "Polysulfone P-1700" der Union Carbide. Zu anderen geeigneten Klebern gehören phenolische Kitten wie "Armstrong N-101" der Armstrong Cork Company, und "Resinox EXEL 533" und "Resinox EXEL 530" der Firma Monsanto. Polyimid-Binder wie "Metalbond 840" der Whitaker Corporation können auch eingesetzt werden.

In den Ausführungsformen nach Fig. 1 und 2, die beide ein Verbund-Lagerelement zeigen, welches besonders für hohe Lasten geeignet ist, lassen sich die Laufeigenschaften beim Betrieb mit niedriger Geschwindigkeit weiter verbessern, indem ein Muster von oberflächlichen Vertiefungen oder Aussparungen (24 in Fig. 1, 26 in Fig. 2) auf der Laufschrift (Teil 14 bzw. 20) derart vorgesehen wird, daß Schmieröl oder -fett, welches auf die Laufschrift aufgebracht wird, unter den gegebenen Bedingungen der Relativbewegung zur belasteten Zone der Laufschrift geleitet werden kann. Wie in beiden Fig. 1 und 2 gezeigt ist, sind die Ausnehmungen vorzugsweise versetzt angeordnet, um sicherzustellen, daß der gesamte Oberflächenbereich der belasteten Zone während des Betriebes mit Schmiermittel versorgt wird. Hierbei kann das Muster, nach dem die Vertiefungen angeordnet sind, so gestaltet sein, daß diese sich diagonal quer über die Lagerfläche in Linie anordnen, d.h. in Reihen liegen, die mit einem Rand der Laufschrift oder mit der Richtung der Bewegung zwischen der Laufschrift und der zu lagernden Fläche im Betrieb irgendeinen Winkel zwischen  $0$  und  $90^{\circ}$  bilden. So ist in Fig. 2 das Muster von Vertiefungen 26 in der Oberfläche des Teiles 20 unter einem Winkel  $\alpha$  angeordnet, der, bezogen auf die Kante des Lagerelementes 18, annähernd  $45^{\circ}$  beträgt. Andere geometrische Muster von oberflächlichen Vertiefungen oder Ausnehmungen, die die angestrebte Zufuhr von Schmiermittel zur belasteten Zone des Lagers während des Betriebes sicherstellen, lassen sich vom Fachmann leicht auswählen.

Das Volumen bzw. die Kapazität der Vertiefungen (24 in Fig. 1, 26 in Fig. 2) oder Schmiermittelreservoirs in der Laufschrift kann in einigem Umfang variieren, jedoch wurde gefunden, daß sich besonders vorteilhafte Ergebnisse erzielen lassen, wenn das Gesamtvolumen der Vertiefungen oder Schmiermittelreservoirs etwa 30 % bis etwa 40 % des Gesamtvolumens der Laufschrift bilden. Die oberflächlichen Vertiefungen können jede geometrische Form haben, d.h. zylindrisch, konisch oder prismatisch

sein. Das gewünschte Muster 26 kann eingeprägt werden, indem das Lagerelement 18 zwischen den beheizten Walzen eines Walzwerkes hindurchgeführt wird, das Vorsprünge in Form von Stiften oder Prismen trägt, die die gewünschten Vertiefungsmuster darstellen.

Fig. 3 veranschaulicht eine weitere Ausführungsform der Erfindung, nach der das Verbund-Lagerelement 30 ein Paar miteinander verbundener Teile 32, 34 hat, die sich etwa in gleichem Umfang erstrecken bzw. gleich groß (koextensiv) sind. Die Schicht 32 setzt sich aus hochfesten, elastischen Fasern oder einem oder mehreren der vorgenannten Polymeren zusammen, die unter Verwendung eines der vorstehend erwähnten Klebmittel mit der Unterlage verbunden ist. Die Schicht 32 hat eine Dicke von weniger als 1,524 mm, und ist an ein geeignetes nichtporöses Substrat 34 gebunden, welches das andere der Lagerteile bildet, aus denen sich das Verbund-Lagerelement nach der Erfindung zusammensetzt.

Die Fig. 4 zeigt ein für hohe Lasten einsetzbares Verbund-Lagerelement 38 allgemein zylindrischer Konfiguration, dessen gewünschtes Muster von Schmieröl oder -fett-Reservoirien in Form von Löchern oder Öffnungen 42, 44 gebildet wird, die durch die gesamte Dicke des Lager-Verbundkörpers hindurchgehen. Mit einer einzigen Ausgangsschmierung wird mit dieser Konfiguration ein maximales Schmiermittelvolumen und dementsprechend eine maximale Lebensdauer erreicht. Zudem ergibt die gezeigte Konstruktion ein hervorragendes Verfahren, den Zutritt von Schmiermittel aus einer externen Quelle zu ermöglichen, wie z.B. einem absorbierenden Docht. Wie in Fig. 4 gezeigt ist, weist das Verbund-Lager nach der Erfindung eine innere Laufschrift 43 auf, die mit einer äußeren starren Stützscheibe 45 in praktisch konzentrischer Anordnung verbunden ist. Die Laufschrift 43 und die Verstärkungsschicht 45 weisen eine Mehrzahl von Löchern oder Öffnungen 42, 44 auf und sind so angeordnet, daß jede Öffnung einer dieser Teile

409830/0374



in etwa mit der entsprechenden Öffnung des anderen Teiles fluchtet, so daß Schmieröl oder -fett durch die Öffnungen des gesamten Verbund-Körpers zu der Lauffläche geführt kann, wenn sich das Lager im praktischen Einsatz befindet.

Die Laufschrift 43 (die die innere oder konkave Oberfläche des Lagers 38 bildet), hat gemäß der Erfindung eine Dicke unter 1,524 mm und liegt vorzugsweise im Bereich von 0,127 bis 0,762 mm, um dem kalten Fluß während des Einsatzes des Lagers zu widerstehen, und setzt sich im wesentlichen aus Filamenten oder Fasern wenigstens eines ungefüllten, von festen Schmiermitteln freien Materials zusammen, das aus der oben aufgeführten Klasse polymerer Harzmaterialien ausgewählt ist. Die starre Rückschrift 45 des Verbund-Lagers 38 bildet die konvexe Außenseite des Lagers und ist aus einem strukturellen Harz geformt, in dem eine Mehrzahl von Verstärkungsfilamenten oder -fasern, die sich durch dieses Harz binden lassen, eingebettet sind. Die Filamente oder Fasern des ungefüllten, von festem Schmiermittel freiem Materials, das die Laufschrift 43 bildet, ebenso wie die Filamente oder Fasern in der verstärkenden Rückschrift 45 sind so ausgebildet und derart zueinander in einem Wickelmuster angeordnet, daß die Vielzahl von Öffnungen 42, 44 entsteht, durch welche Schmieröl oder -fett zu der Lauffläche geführt werden kann, wenn das Lager sich in Betrieb befindet.

Zur Herstellung eines Gleitlagers des in Fig. 4 gezeigten Typs werden die Garne oder Fäden des ausgewählten, ungefüllten und von festem Schmiermittel freiem Material unter Spannung in einem Paar von Überkreuz schraubenwendelförmig gewundener, also entgegengesetzte Steigung zeigender Schichten gewickelt oder geflochten, so daß eine kompakte innere Laufschrift entsteht, die vollständig aus den eingesetzten Garnen oder Fäden gebildet ist. Das Flechten oder Wickeln des Garnes wird derart durchgeführt, daß in der Oberfläche der Laufschrift die gewünschten Öffnungen entstehen.

Beispielsweise kann der Wickelkern Warzen, Stifte oder andere Vorsprünge aufweisen, die einen Abstand in der gewünschten Konfiguration und eine Gestalt entsprechend der gewünschten Form der Öffnungen haben, die in dem Verbundlager vorzusehen sind. Das verwendete Garn kann aus Monofilament-Faden oder aus einem gezwirnten Faden bestehen, welcher aus feineren Fasern des gewählten besonderen Materials zusammengesetzt ist. Wenn gewünscht, können die Garne oder Fäden vorher mit einem geeigneten Harz als Imprägnierkleber des oben beschriebenen Typs behandelt werden, um die Verbindung mit der Unterlage 45 zu erleichtern.

Nachdem die Fäden oder Garne des ungefüllten, von festem Schmiermittel freiem Materials in der gewünschten Dicke und Weise auf den Kern gewickelt oder geflochten worden sind, kann das Ganze mit einer Umhüllung aus Verstärkungsfilamenten oder Fasern umwickelt werden, die mit einem strukturellen Harz vorimprägniert sind, so daß sich schließlich das Stützglied des Verbund-Lagers ergibt. Beispiele geeigneter Materialien, die sich in diesem Zusammenhang verwenden lassen, sind Glas/Epoxy, Glas/Polyester, Glas/Phenolharz, Leinen/Phenolharz und Baumwolle/Phenolharz. Andere zur Herstellung der starren Unterlage oder Stützschele geeignete Filamente, Fasern und Harz-imprägnierungsmittel stehen dem Fachmann ohne weiteres zur Verfügung. Wie im Falle der Fasern, die die innere Laufscheit 43 bilden, wird die Umwicklung der mit Strukturharz vorimprägnierten Fasern oder Garne, z.B. von Glas, derart durchgeführt, daß sich die gewünschten Öffnungen 44 in dem büchsenförmigen äußeren Träger 45 etwa kongruent mit den Öffnungen 42 in der inneren Laufscheit bilden.

Nachdem die Filament- oder Garnwicklung zur Ausbildung des starren Trägers 45 des Lagerelementes fertiggestellt ist, wird die Harz-imprägnierung auf konventionelle Weise ausgehärtet, und das Ganze wird abgekühlt und anschließend von dem Wickelkern abgenommen. Inwieweit eine Nachbearbeitung erforderlich ist, hängt von den Toleranzen ab, die im Einzel-

409830/0374

BEST AVAILABLE COPY

fall gefordert werden. Auf Wellen oder Achsen anzubringende Lagerelemente, bei denen die Lauffläche also außen liegt, lassen sich durch Umkehrung der vorstehenden Verfahrensweise erzeugen.

Fig. 5 zeigt ein hochbelastbares geschmiertes Lager 46 mit einem äußeren und einem inneren Lagerelement 48 bzw. 50, deren Gleitflächen einander entsprechen. Das äußere Lagerelement 48 hat die Form einer Büchse mit einer Laufschrift 52, deren Dicke geringer als 1,524 mm ist und deren Außenseite mit einem starren, schalenförmigen Träger 54 verbunden ist. Das äußere Lagerelement 48 hat dementsprechend allgemein zylindrische Gestalt mit einer konkaven Innenfläche 56 und einer konvexen Außenfläche 58, die etwa konzentrisch angeordnet sind. Die Laufschrift 52 bildet die konzentrisch angeordnete Innenfläche 56 und hat die Form eines Filmes aus einem der oben genannten Kunststoffe.

Das Lager nach Fig. 5 weist ferner einen dünnen Film von Schmieröl oder -fett auf, das zwischen der Innenfläche 56 und der entsprechenden Fläche des anderen Lagerelementes 50 des Lagers 46 liegt. Die Oberfläche der Laufschrift 52 weist Vertiefungen 60 auf, die das Schmieröl oder -fett speichern und es zur belasteten Zone der Laufschrift leiten, wenn sich das Lager 46 im Betrieb befindet. Wie oben erwähnt, ist das Muster der Vertiefungen 60 in der Laufschrift 52 derart, daß diese versetzt angeordnet sind und es sichergestellt wird, daß der gesamte Flächenbereich der belasteten Zone während des Betriebes des Lagers mit Schmiermittel versorgt wird.

Zur Erzielung überlegener Laufeigenschaften der erfindungsgemäßen hochbelastbaren, geschmierten Gleitlager werden die dem Fachmann bekannten Qualitätsschmiermittel bevorzugt. Zu diesen gehören die bekannten Schmieröle und -fette, z.B. Silikonöle und -fette, Fette auf Lithiumbasis mit oder ohne Additive und Öle, die hochtemperaturbeständig sind, d.h. bei Temperaturen oberhalb 65°C eingesetzt werden können. Solche

Schmiermittel sind im Handel erhältlich und Fachmann bekannt.

Die bevorzugte Form des hochbelastbaren Verbund-Lagerelementes nach der Erfindung, wie sie in den Fig. 1 und 5 dargestellt ist, zeichnet sich durch gute Elastizität, hohe strukturelle Stabilität und hohe thermische Beständigkeit aus, und eignet sich insbesondere für hohe Lasten. Wie oben gesagt, muß die aus dem ungefüllten, von festem Schmiermittel freiem Material gebildete Laufschrift eine Dicke von weniger als 1,524 mm (entsprechend 0,060 Zoll) haben, um sicherzustellen, daß während des Betriebes des Lagers kein kalter Fluß eintritt. Vorzugsweise liegt die Dicke der Laufschriften im Bereich von 0,127 bis 0,762 mm (0,005 bis 0,030 Zoll). Bei sparsamen Schmiermittelbedarf eignet sich das Lager insbesondere für den Einsatz unter hoher Last und bei niedriger Geschwindigkeit. Das Verhalten des Lagers wird weiterhin dadurch verbessert, daß ein Muster von oberflächlichen Vertiefungen oder Ausnehmungen, wie oben beschrieben, in der Laufschrift vorgesehen wird, derart, daß die benutzten Schmiermittel direkt zur belasteten Zone der Lagerfläche geleitet werden, wenn das Lager in Betrieb ist.

409830/0374

Ansprüche

1. Hochbelastbares Gleitlager, mit einem Verbund-Lagerelement aus einem Paar miteinander verbundener, sich etwa gleich weit erstreckender (koextensiver) Teile, gekennzeichnet durch ein rückfedernde Laufschrift, die eine hohe Zugfestigkeit aufweist, eines der Teile (14,20,32,43,52) des Lagerelementes (10,18,30,38,48) bildet, eine Dicke von weniger als 1,524 mm hat und im wesentlichen aus wenigstens einem ungefüllten, von festem Schmiermittel freien Kunststoff aus der Reihe der Polyarylen-sulfide, Epoxyharze, Polyamidharze, Polyesterharze, Phenoxymharze, Polyimidharze, Polyamid-imid-Harze, Polypropylenharze oder/und Polysulfonharze besteht und auf einer Seite mit einem starren Substrat oder Träger verbunden ist, der das andere der beiden Teile (12,22,34,45,58) bildet.
2. Gleitlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Laufschrift zwischen etwa 0,127 und etwa 0,762 mm liegt.
3. Gleitlager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein dünner Film von Schmieröl oder -fett zwischen der Laufschrift und dem Gegenelement (50) des Gleitlagers angeordnet ist.
4. Gleitlager nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß in der Laufschrift bzw. in deren Oberfläche Schmieröl oder -fett speicherbar ist und bei Betrieb des Gleitlagers zur belasteten Zone der Laufschrift gelangen kann.
5. Gleitlager nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens in der den Teil (14,20,32,43,52) bildenden Laufschrift Vertiefungen oder Ausnehmungen (24,26,42 bzw. 44,60) zur Aufnahme von Schmieröl oder -fett vorgesehen sind.
6. Gleitlager nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen oder Ausnehmungen (24,26,42 bzw. 44,60) in einem versetzten Muster angeordnet sind.

409830/0374

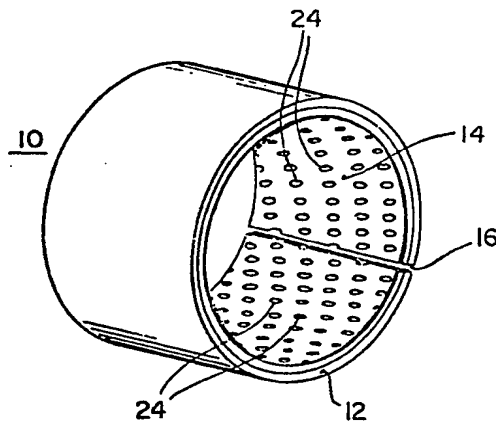
7. Gleitlager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbund-Lagerelement (10,38,48) allgemein zylindrische Gestalt hat, deren konkave Innenfläche und konvexe Außenfläche etwa konzentrisch angeordnet sind, wobei die Laufschrift eine dieser beiden konzentrischen Flächen bildet.

8. Gleitlager nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbund-Lagerelement (10,38, 48) und sein Gegenelement (50) allgemein zylindrisch sind und etwa zueinander konzentrisch angeordnet sind.

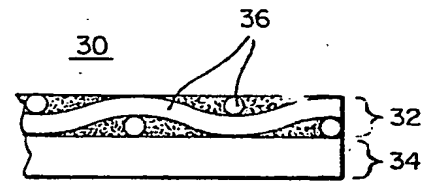
9. Gleitlager nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbund-Lagerelement (10) aus einem flachen Streifen der miteinander verbundenen Teile (12,14) zu einer Büchse mit einem axialen Schlitz (16) gebogen ist.

409830/0374

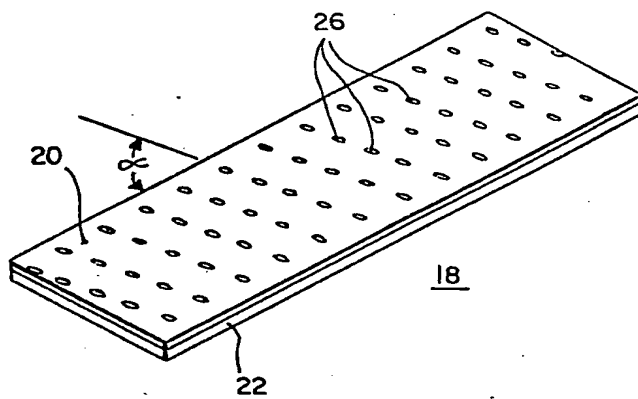
12  
Leerseite



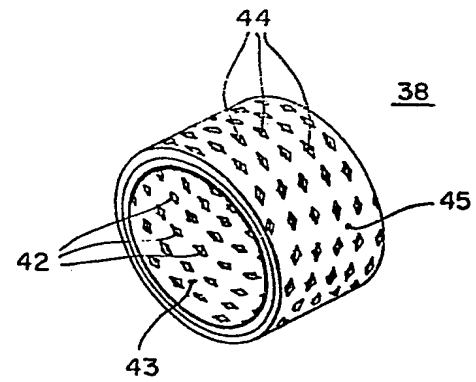
**Fig. 1**



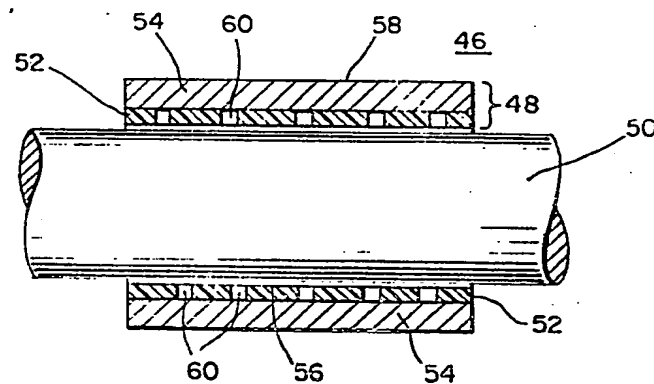
**Fig. 3**



**Fig. 2**



**Fig. 4**



**Fig. 5**

409830/0374